

2/1 703
C

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-32076

(43) 公開日 平成10年(1998)2月3日

| (51) Int.Cl. [®] | 識別記号 | 序内整理番号 | F I | 技術表示箇所 |
|---------------------------|------|--------|--------------|--------|
| H 01 T 13/39 | | | H 01 T 13/39 | |
| 13/20 | | | 13/20 | E |
| 21/02 | | | 21/02 | |

審査請求 未請求 請求項の数 7 ○ L (全 7 頁)

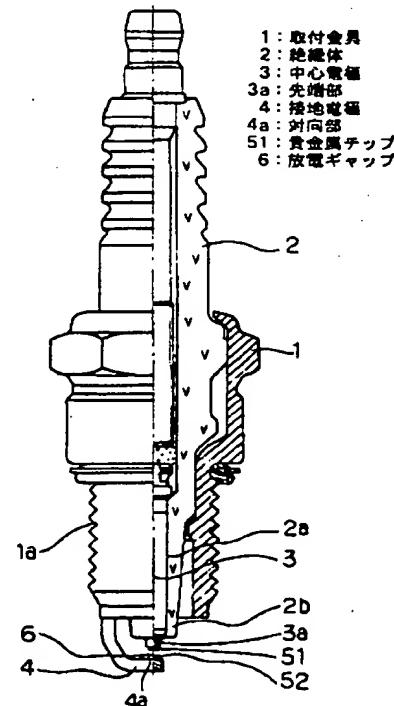
| | | | |
|--------------|-----------------|----------|--|
| (21) 出願番号 | 特願平9-97646 | (71) 出願人 | 000004260 株式会社デンソー 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 |
| (22) 出願日 | 平成9年(1997)4月15日 | (72) 発明者 | 長村 弘法 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内 |
| (31) 優先権主張番号 | 特願平8-117980 | (72) 発明者 | 阿部 信男 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内 |
| (32) 優先日 | 平8(1996)5月13日 | (74) 代理人 | 弁理士 伊藤 洋二 (外1名) |
| (33) 優先権主張国 | 日本 (JP) | | |

(54) 【発明の名称】 スパークプラグ

(57) 【要約】

【課題】 簡単な工程で製造可能な、耐消耗性に優れたスパークプラグのチップを提供する。

【解決手段】 Irに、Irよりも耐消耗性に優れ、かつ、Irと全率固溶可能な金属材料を添加したIr合金材料によれば、高温状態でのIrの酸化揮発を防止でき、かつ、このIr合金材料を熱間で引き延ばす際における、材料表面のクラックの発生を防止できる。そして、このようなIr合金材料からなるインゴットを線状部材に引き延ばし、この線状部材を所定長さに研磨切断することにより、スパークプラグの中心電極3の先端部3aに取り付けられる貴金属チップ51を形成している。



BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】

【請求項1】 中心電極(3)と、

前記中心電極(3)の先端部(3a)を露出させた状態で前記中心電極(3)の周囲を覆う絶縁体(2)と、前記絶縁体(2)の先端部(2b)を露出させた状態で前記絶縁体(2)を保持する取付金具(1)と、前記取付金具(1)に固定され、前記中心電極(3)の前記先端部(3a)に、放電ギャップ(6)を隔てて対向する対向部(4a)を有する接地電極(4)とを備え、

前記中心電極(3)の先端部(3a)、および、前記接地電極(4)の前記対向部(4a)の少なくとも一方(3a)には、Ir合金材料からなるチップ(51)が備えられているスパークプラグにおいて、

Irよりも耐酸化性に優れ、Irと全率固溶可能な金属材料と、Irとを混合し、溶融することにより、前記Ir合金材料は形成されており、

前記チップ(51)は、前記Ir合金材料からなるインゴットを、熱間鍛造を経て所定断面形状の棒材に引き延ばした後、この棒材を所定長さに切断して得られるものであることを特徴とするスパークプラグ。

【請求項2】 前記金属材料は、融点が1700°C以上、2400°C以下で、熱伝導率が0.1cal/(cm·S·°C)以上であり、

前記チップ(51)に関する前記金属材料の含有率は、1wt%以上、30wt%以下であることを特徴とする請求項1に記載のスパークプラグ。

【請求項3】 前記チップは、断面積が0.2mm²以上、1.2mm²以下で、長さが0.5mm以上、2.0mm以下であることを特徴とする請求項1または2に記載のスパークプラグ。

【請求項4】 前記金属材料は、Pt、Rh、およびRuの少なくとも1種類以上からなることを特徴とする請求項1ないし3のいずれか1つに記載のスパークプラグ。

【請求項5】 請求項1ないし4に記載のスパークプラグにおける前記チップ(51)を製造するチップの製造方法であって、

Irと前記金属材料とを混合し、溶融して、インゴットを形成する工程(S2、S4)と、

このインゴットを熱間鍛造して棒材とする工程(S5)と、

この棒材を熱間圧延して小断面積の棒材とする工程(S6)と、

この小断面積の棒材を熱間線引きして所定の断面円形状の棒材とする工程(S7)と、

この所定の断面円形状の棒材を所定長さに切断する工程(S8)とを含むことを特徴とするチップの製造方法。

【請求項6】 請求項1ないし4に記載のスパークプラグにおける前記チップ(51)を製造するチップの製造

方法であって、

Irと前記金属材料とを混合し、溶融して、前記インゴットを形成する工程(S2、S4)と、

このインゴットを熱間鍛造して棒材とする工程(S5)と、

この棒材を熱間圧延して小断面積の棒材とする工程(S6)と、

この小断面積の棒材を熱間線引きして所定の断面角形状の棒材とする工程(S7)と、

10 この所定の断面角形状の棒材を所定長さに切断する工程(S8)とを含むことを特徴とするチップの製造方法。

【請求項7】 前記切断する工程(S8)において前記棒材を研磨剤により研磨することにより前記棒材を切断することを特徴とする請求項5または6に記載のチップの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、長寿命なスパークプラグに関するもので、自動車等の内燃機関に用いて好適である。

【0002】

【従来の技術】 従来、特開平5-343156号公報には、外径0.8mmのIrからなる線材の外周部に厚さ0.08mmのPtからなる皮膜が形成されたPt被覆Ir材料が提案されている。このPt被覆Ir材料は、Ir粉末を溶解してなるインゴットを、熱間に引き延ばして外径4mmの線材としてから、この線材を、内径4mmのPtパイプに挿入して熱処理して、上記線材の外周面にPt皮膜を形成した後、この線材を熱間に引き延ばして形成される。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、上記Pt被覆Ir材料によれば、熱間におけるIrの酸化揮発による消耗(以下、酸化消耗という)を防止できるので、Pt被覆Ir材料をスパークプラグにおける中心電極の先端部に設けることで、スパークプラグの長寿命化を図ることができる。ところが、上記Pt皮膜を形成する工程や、このPt皮膜を形成するためのPtパイプという別部品が必要なので、Pt被覆Ir材料の製造工程が複雑となり、コスト高となってしまう。

【0004】 本発明は上記問題に鑑みてなされたもので、簡単な工程で製造可能な、耐消耗性に優れたスパークプラグのチップを提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】 本発明者らは、Irに、Irよりも耐消耗性に優れ、かつ、Irと全率固溶可能な金属材料を添加したIr合金材料によれば、高温状態でのIrの酸化揮発を防止でき、かつ、このIr合金材料を熱間で引き延ばす際ににおける、材料表面のクラックの発生を防止できることを見出し、本発明を完成したも

のである。

【0006】すなわち、本発明は、上記金属材料とIrとを混合し、溶融して得られるIr合金材料からなるインゴットを棒状に引き延ばし、この棒材を所定長さに切断して得られるものをチップ(51)とすることにより、簡単な工程で製造可能な、耐消耗性に優れたチップ(51)を提供するものである。上記金属材料としては、例えば、Pt、Ru、Rh等が挙げられる。なお、上記Ir合金材料は、上記金属材料を2種類以上含むものであってもよい。こうして得られたチップ(51)が、スパークプラグの中心電極(3)の先端部(3a)、および、接地電極(4)の対向部(4a)の少なくとも一方(3a)に配置されている。

【0007】ここで、Irよりも耐酸化性に優れるとは、高温状態における上記金属材料の酸化消耗量が、Irの酸化消耗量よりも小さいことである。ここで、本発明者らの実験により、スパークプラグの放電中におけるチップ(51)近傍の温度である約1000℃におけるIrの酸化消耗量は約 $0.5\text{ mg}/(\text{cm}^2 \cdot \text{h})$ であることが確認されている。そして、約1000℃における酸化消耗量が $1 \times 10^{-2}\text{ mg}/(\text{cm}^2 \cdot \text{h})$ 以下程度のものであれば、Irよりも大幅に耐酸化性に優れるとみなしている。

【0008】因みに、Ptの上記酸化消耗量は約 $1 \times 10^{-5}\text{ mg}/(\text{cm}^2 \cdot \text{h})$ 、Ruの上記酸化消耗量は約 $1 \times 10^{-2}\text{ mg}/(\text{cm}^2 \cdot \text{h})$ 、Rhの上記酸化消耗量は約 $1 \times 10^{-4}\text{ mg}/(\text{cm}^2 \cdot \text{h})$ である。また、上記金属材料がIrと全率固溶可能であるとは、上記金属材料がIrと全組成にわたって互いに均一に溶け合うことができるということである。このような上記金属材料とIrとが均一に溶け合ったIr合金材料からなるインゴットには、Irが偏って存在する部分がなく、この部分からIrが酸化揮発することを防止できる。

【0009】また、Pt、Rh、およびRuはIrよりも硬度が小さく、展性に優れるため、IrにPt、Rh、およびRuのうち少なくとも1種類以上を添加することにより、Irに比べてIr合金材料の硬度を小さく、かつ、展性をよくでき、この結果、インゴットを引き延ばす際にインゴット表面に発生するクラックを防止できる。

【0010】さらに、本発明では、上記Ir合金材料からなるインゴットを、熱間鍛造を経て棒状に引き延ばすことにより、インゴット中のプローホールや粗雑な組織を消滅させて、微細な纖維組織とすることができますので、これによっても、インゴットを引き延ばす際のインゴット表面のクラックの発生を防止できる。ここで、Ir合金材料を棒状に引き延ばすことにより得られる棒材について、この棒材の表面のクラックの発生量が多いほど、この棒材の引張強度は小さくなる。このため、後述の実験における引張強度の測定により、線状部材の表面

のクラックの発生量を推測できる。

【0011】以下に、チップ(51)の具体的な製造方法を示す。まず、上記インゴットを形成し、このインゴットを熱間鍛造して、微細な纖維組織を有する棒材とし、この棒材を熱間圧延して小断面積の棒材とする。その後、この小断面積の角材を熱間線引きして、所定の断面円形状、または、断面角形状の棒材とし、この棒材を所定長さに切断する。

【0012】ここで、チップ(51)が断面円形状であると、チップ(51)を中心電極(3)にレーザ溶接にて固定する場合、レーザ溶接を行なうポイントが特に限られないで好ましい。また、チップ(51)を断面角形状であると、このチップ(51)の角部(51a)に電界が集中しやすく、スパークプラグの放電電圧を下げるができるので好ましい。

【0013】そして、所定の断面円形状、または、断面角形状の棒材を、研磨剤により研磨することにより、この棒材を切断すると、切断面にバリ、クラック、凹凸等が発生しないで好ましい。なお、微細な纖維組織を有する棒材は、微細な纖維組織を有さないものに比べて引張強度が大きい、ということが後述の実験により確認されている。従って、微細な纖維組織を有する棒材は、この表面のクラックの発生を抑制でき、この棒材を圧延、線引きする際ににおける棒材の破断を防止できる。

【0014】そして、本発明においては、上記金属材料の融点が1700℃～2400℃であることが望ましい。これは、上記金属材料の融点が1700℃よりも小さく、火花放電1回当たりのチップの体積消耗量（以下、チップ消耗量という）が $1.5 \times 10^{-9}\text{ mm}^3$ よりも大きくなることが後述の実験により確認されており、この結果、車両の走行距離が10万kmに達する前に、放電ギャップ(6)が拡大して確実に火花が飛ばなくなる恐れがあるためである。

【0015】また、上記金属材料の融点が2400℃より大きいと、Irを溶融する条件で、この金属材料を溶融できなくなる恐れがあり、この場合、非常に高温状態とする必要があるためである。そして、本発明においては、上記金属材料の熱伝導率が $0.1\text{ cal}/(\text{cm} \cdot \text{S} \cdot \text{C})$ 以上であることが好ましい。

【0016】これは、上記金属材料の熱伝導率が $0.1\text{ cal}/(\text{cm} \cdot \text{S} \cdot \text{C})$ よりも小さく、チップ消耗量が $1.5 \times 10^{-9}\text{ mm}^3$ よりも大きくなることが後述の実験により確認されているためである。また、本発明においては、チップ(51)に関する上記金属材料の含有率が1wt%～30wt%であることが好ましい。

【0017】これは、チップ(51)に関する耐酸化性金属材料の含有率が1wt%よりも小さく、チップ(51)の引張強度が 40 kg/mm^2 よりも小さくなることが後述の実験により確認されており、この結果、スパークプラグの組付工程中等の衝撃によりチップが損

傷する恐れがある、ということが本発明者らの経験によりわかっているためである。

【0018】また、上記含有率が30wt%よりも大きいと、チップ消耗量が $1.5 \times 10^{-9} \text{ mm}^3$ よりも大きくなることが後述の実験により確認されているためである。さらに、チップ(51)の断面積は、0.2mm²以上、1.2mm²以下であり、かつ、チップ(51)の長さは、0.5mm以上、2.0mm以下であることが好ましい。

【0019】これは、チップ(51)の断面積が0.2mm²未満で、長さが2.0mmよりも大きいと、スパークプラグの使用中に、チップ(51)の放電ギャップ(6)側から中心電極(3)側への熱の引けが悪くなり、チップ(51)の放電ギャップ(6)側が異常に高温となって、チップ(51)の消耗量が増加し、長寿命のスパークプラグの仕様を満たさない恐れがある、ということが発明者らの経験によりわかっているためである。

【0020】また、チップ(51)の断面積が1.2mm²より大きくなると、チップ(51)の放電ギャップ(6)側における電界の集中程度が弱くなり、スパークプラグの放電電圧が増大する、ということが発明者らの経験によりわかっているためである。また、チップ(51)の放電ギャップ(6)側表面に火炎は形成されるものであるが、このチップ(51)の長さが0.5mm未満であると、上記火炎と中心電極(3)との距離が近づき、上記火炎が中心電極(3)により冷却されてしまい(以下、消炎作用という)、スパークプラグの着火性が低下する恐れがある、ということが発明者らの経験によりわかっているためである。

【0021】

【発明の実施の形態】以下、本発明を図に示す実施形態について説明する。

(第1の実施形態) 本実施形態のスパークプラグを図1に示す。図1に示すように、スパークプラグは、円筒形状の取付金具1を有しており、この取付金具1は、図示しないエンジンブロックに固定するための取付ネジ部1aを備えている。取付金具1の内部には、アルミニナセラミック(A1₂O₃)等からなる絶縁体2が固定されており、この絶縁体2の軸孔2aに中心電極3が固定されている。絶縁体2の先端部2bは、取付金具1から露出するよう設けられている。

【0022】中心電極3は、内材がCu等の熱伝導性に優れた金属材料、外材がNi基合金等の耐熱性および耐食性に優れた金属材料により構成された円柱体で、図2に示すように、その先端部3aが絶縁体2の先端部2bから露出するよう設けられている。取付金具1の一端には、接地電極4が溶接により固定されている。この接地電極4は、Ni基合金等の金属材料からなり、中心電極3の先端部3aと放電ギャップ6を隔てて対向してい

る。

【0023】中心電極3の先端部3aには、本発明の特徴であるIr合金材料からなる貴金属チップ51が設けられている。この貴金属チップ51は円柱体で、95wt%Ir-5wt%Rh(以下、95Ir-5Rhと示す)からなる。Rhは、Irと全率固溶可能で、Irよりも耐酸化性に優れている。そして、貴金属チップ51の熱の引けと、中心電極3および接地電極4の消炎作用とを考慮して、貴金属チップ51の直径は例えば0.7mm、長さは1.5mmとしている。

【0024】図2に示すように、中心電極3の先端部3aには細径部3cが形成されており、この細径部3cには孔3bが形成されている。そして、この孔3bに貴金属チップ51の一部を挿嵌し、先端部3a外周部からかしめた後、レーザ溶接により溶融層8を形成して、貴金属チップ51を確実に先端部3aに固定している。このレーザ溶接は、細径部3cの外周部から軸方向に垂直的に、かつ、細径部3cの外周部の周方向に45°間隔で8点行なっている。なお、レーザ溶接において中心電極3と貴金属チップ51との溶融層8を確実に形成するために、細径部3cが形成されている。

【0025】接地電極4において中心電極3の先端部3aに対向する対向部4aには貴金属チップ52が抵抗溶接により固定されている。貴金属チップ52も円柱形状で、78Pt-20Ir-2Niからなる。貴金属チップ52の直径は0.7mm(断面積は約0.4mm²)、長さは0.3mmとしている。ここで、一般に、中心電極3側の貴金属チップ51の方が、接地電極4側の貴金属チップ52よりも、火花放電による消耗量が大きい。よって、本実施形態では、貴金属チップ51のみをIr合金材料にて形成し、貴金属チップ52には、従来と同様のものを用いている。

【0026】以下、本発明の特徴である貴金属チップ51の形成方法を図3に基づいて説明する。まず、直径が10μm程度のIr粉末を760g、直径が10μm程度のRh粉末を40gを計量し(図3中S1)、これらIr粉末とRh粉末とを混合して(図3中S2)、混合粉末を準備する。次に、混合粉末を冷間、例えば25°C程度で圧粉成型して略直方体状に固める(図3中S3)。

【0027】この直方体状部材を、40mm×100mm×10mmの直方体状のくぼみを備えた型に配置し、アーク溶解により、Irの融点(2454°C)以上の温度、例えば、約2500°Cで溶解させる(図3中S4)。これにより、40mm×100mmの断面で、高さが約10mmの直方体状のインゴットが得られる。上記インゴットに関して、流動性が完全になくなるとともに、塑性変形が行える程度の温度、例えば、約1300°Cになったら、鉄製のハンマにより熱間鍛造を行い、インゴットを約10mm角の角材(棒材)とする(図3中

ため、本実施形態では、上記第1の実施形態におけるステップS7の熱間線引き加工工程において、四角形ダイスにより、断面減少率9.9%程度の線引き加工を上記小断面積の角材に繰り返し行い、断面形状を、一辺が例えば0.5mmの正四角形状とする。

(第4の実施形態) 本実施形態のスパークプラグでは、図5(d)に示すように、貴金属チップ51の断面形状が六角形状(角形状)である。なお、テーパ部3dの先端面は円形状であるが、この先端面から貴金属チップ51がはみ出ないようになっている。本実施形態のレーザ溶接は、テーパ部3dの先端面と貴金属チップ51の角部51aとの接触面近傍において合計6点行なっている。

【0039】なお、貴金属チップ51が六角形状であるため、本実施形態では、上記第1の実施形態におけるステップS7の熱間線引き加工工程において、六角形ダイスにより、断面減少率9.9%程度の線引き加工を上記小断面積の角材に繰り返し行い、断面形状を、一辺が例え

ば0.35mmの正六角形状とする。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態に係わるスパークプラグの半断面図である。

【図2】本発明の第1の実施形態に係わるスパークプラグの要部断面図である。

【図3】貴金属チップの形成方法を示す工程説明図である。

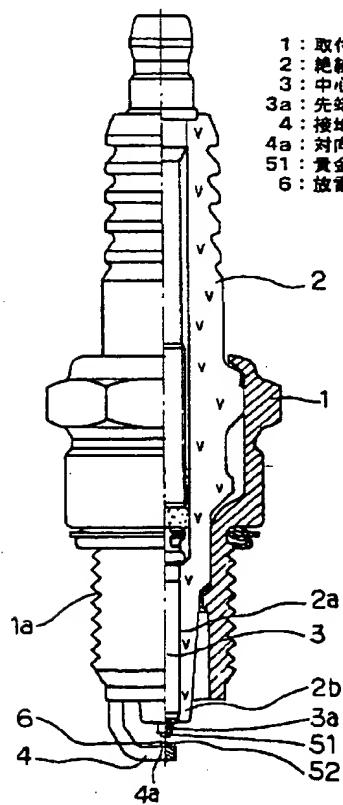
【図4】実施例1~9および比較例1~15の引張強度10および消耗量を示す図表である。

【図5】(a)は、第2~第4の実施形態に係わるスパークプラグの要部断面図、(b)~(d)は、第2~第4の実施形態に係わる(a)のF矢視図である。

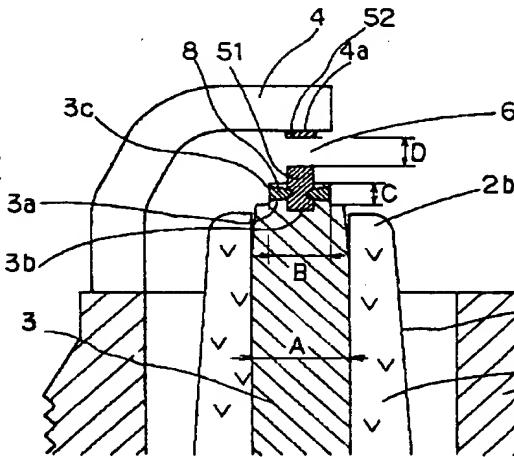
【符号の説明】

1…取付金具、2…絶縁体、3…中心電極、3a…先端部、4…接地電極、4a…対向部、51…貴金属チップ、6…放電ギャップ。

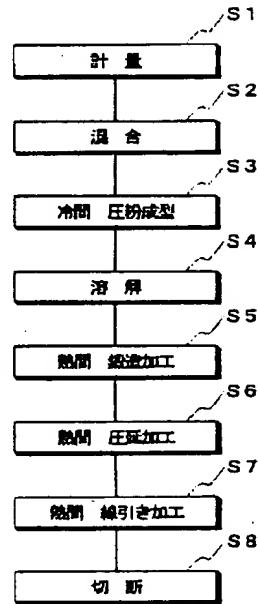
【図1】



【図2】



【図3】



S 5)。このときの、インゴットに加える圧力は、例えば $10^4 \sim 10^5 \text{ kg/cm}^2$ であり、このような高圧力による熱間鍛造を行うことにより、インゴット中のプローホールや粗雑な組織を消滅させることができ、微細な纖維組織を持つ角材とすることができます。

【0028】そして、溝ロールにより、断面減少率95%程度の圧延加工を上記角材に繰り返し行い、約1mm角の小断面積の角材（小断面積の棒材）とする（図3中S6）。ここで、溝ロールは、この溝ロールの耐熱温度である約700℃に保たれ、角材は約1300℃に保たれている。なお、溝ロールの耐熱温度が700℃より高いものであれば、溝ロールは角材の温度に近い温度とするのが好ましい。

【0029】続いて、円形ダイスにより、断面減少率99%程度の線引き加工を上記小断面積の角材に繰り返し行い、直径0.7mmの線材（断面円形状の棒材）とする（図3中S7）。ここで、円形ダイスは、この円形ダイスの耐熱温度である約700℃に保たれており、上記線材は約1300℃に保たれている。そして、円形ダイスを通過した線材は、所定長さ（例えば10cm）に切断され、この所定長さに切断された線材を、室温に放置して室温程度の温度としてから、所定長さ（本実施形態では1.5mm）に研磨切断する（図3中S8）ことにより、上記貴金属チップ51が形成されている。

【0030】なお、研磨切断とは、線材を研磨することにより切断するものであり、この研磨切断に用いられる研磨切断機としては、輪状にしたピアノ線（例えば線径が0.2mm）の表面に研磨剤（例えば径が1μm程度のダイヤモンド）を接着し、所定位置に配置される複数のブーリーに上記ピアノ線を複数本かけわたしたものを使っている。なお、複数のピアノ線は、所定間隔（換言すれば、貴金属チップ51の長さに対応する間隔）を隔てて並列的にかけわたわれている。

【0031】そして、上記所定長さに切断された線材を所定本（例えば50本）束ね、これを樹脂にて一体成形して樹脂成形体とし、複数のブーリー上にて複数のピアノ線を一方向に移動させ、この移動する複数のピアノ線を上記樹脂成形体に当てるにより、樹脂成形体が研磨剤にて研磨される。この結果、上記樹脂成形体は複数個の樹脂成形体に切断され、この後、複数個の樹脂成形体のうち樹脂を燃やすことにより、複数の貴金属チップ51が得られる。

【0032】なお、研磨切断機としては、研磨材が混入された水を線状に噴射させることができないウォータージェットを用いてもよい。以下に、Irと、種々の上記金属材料とからなるチップの引張強度および消耗量を測定した実験について図4に基づいて説明する。図4には、実施例1～9および比較例1～15に関して、Irに添加される上記金属材料の融点および熱伝導率と、上記熱間鍛造加工（図3中S5）の有無とを示した。なお、比較

例1および比較例2に関しては、Irの融点および熱伝導率を示してある。

【0033】（実施例1～9および比較例1～15）実施例1～9および比較例1～15の貴金属チップは、図4に示す組成割合で、かつ、直径1.0mm（断面積は約 0.8 mm^2 ）、長さ2.0mmであり、この貴金属チップを2つずつ形成した。なお、比較例1、5、8、11の貴金属チップは、上記熱間鍛造加工（図3中S5）の代わりに、上記インゴットを切断して約10mm角の角材を得て、その後、熱間圧延加工（図3中S6）、熱間線引き加工（図3中S7）を行って形成した。

【0034】それらの内の1つについては、実施例1～9および比較例1～15の貴金属チップを軸方向に引っ張る引張試験により引張強度 [kg/mm^2] を測定し、この結果を図4に示した。残りの1つは、図2に示すスパークプラグの貴金属チップ51として取り付け、内部空気圧力が 5 kgf/cm^2 である気密容器中で、スパークプラグを600回/minの割合で100時間火花放電させた後の、実施例1～9および比較例1～15の体積消耗量を測定した。

【0035】この結果から、火花放電1回当たりのチップ消耗量を算出し、これをチップ消耗量 [mm^3] として図4に示した。なお、スパークプラグのネジ部1aの径Eは14mm、中心電極3の径Aは2.5mm、中心電極3の先端部3aの径Bは1.5mm、先端部3aの高さCは1.0mm、放電ギャップ6の長さDは1.1mmとした。

【0036】（第2の実施形態）本実施形態のスパークプラグでは、図5(a)に示すように、中心電極3の先端部3aには、徐々に細径となるテーパ部3dが形成されており、このテーパ部3dの径と貴金属チップ51の径と同じとなっている。そして、このテーパ部3dの先端面に貴金属チップ51を設置し、抵抗溶接等により仮固定した後、レーザ溶接により溶融層8を形成して、貴金属チップ51を先端部3aに本固定している。このレーザ溶接は、図5(b)に示すように、テーパ部3dと貴金属チップ51との接触面近傍の外周部から、この接触面に対して斜めに（例えば45°程度）、かつ、接触面近傍の外周部の周方向に45°間隔で8点行なっている。

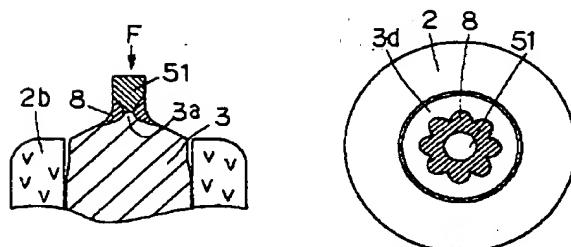
【0037】（第3の実施形態）本実施形態のスパークプラグでは、図5(c)に示すように、貴金属チップ51の断面形状が四角形状（角形状）である。なお、テーパ部3dの先端面は円形状であるが、この先端面から貴金属チップ51がはみ出ないようになっている。本実施形態のレーザ溶接は、テーパ部3dの先端面と貴金属チップ51の角部51aとの接触面近傍において合計4点行なっている。

【0038】なお、貴金属チップ51が四角形状である

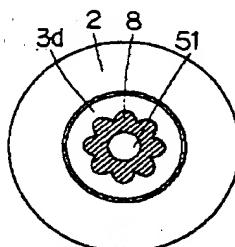
【図4】

| 実施例NO | チップ | 金属材料 | | 熱間鍛造の有無 | 引張強度 [kgf/cm ²] | チップ押耗量 [10 ⁻³ kgf] |
|-------|--------------|---------|----------------------|---------|-----------------------------|-------------------------------|
| | | 融点 [°C] | 熱伝導率 [cal/(cm·S·°C)] | | | |
| 1 | 99Ir-1Pt | 1770 | 0.16 | 有 | 55 | 1.0 |
| 2 | 97Ir-3Pt | " | " | 有 | 83 | 1.2 |
| 3 | 70Ir-30Pt | " | " | 有 | 72 | 1.3 |
| 4 | 99Ir-1Rh | 1970 | 0.21 | 有 | 83 | 0.8 |
| 5 | 97Ir-3Rh | " | " | 有 | 70 | 0.7 |
| 6 | 70Ir-30Rh | " | " | 有 | 78 | 1.0 |
| 7 | 99Ir-1Ru | 2280 | 0.18 | 有 | 68 | 0.7 |
| 8 | 87Ir-3Ru | " | " | 有 | 72 | 0.9 |
| 9 | 70Ir-30Ru | " | " | 有 | 78 | 1.1 |
| 比較例NO | | | | | | |
| 1 | 100Ir | 2454 | 0.14 | 無 | 15 | 2.8 |
| 2 | 100Ir | 2454 | 0.14 | 有 | 20 | 2.6 |
| 3 | 99.5Ir-0.5Pt | 1770 | 0.16 | 有 | 25 | 1.7 |
| 4 | 50Ir-50Pt | " | " | 有 | 73 | 2.0 |
| 5 | 70Ir-30Pt | " | " | 無 | 20 | 1.4 |
| 6 | 99.5Ir-0.5Rh | 1970 | 0.21 | 有 | 30 | 1.5 |
| 7 | 50Ir-50Rh | " | " | 有 | 80 | 1.6 |
| 8 | 70Ir-30Rh | " | " | 有 | 30 | 1.2 |
| 9 | 99.5Ir-0.5Au | 2280 | 0.18 | 有 | 30 | 1.3 |
| 10 | 50Ir-50Au | " | " | 有 | 81 | 1.7 |
| 11 | 70Ir-30Au | " | " | 無 | 25 | 1.5 |
| 12 | 70Ir-30Pd | 1550 | 0.17 | 有 | 75 | 2.1 |
| 13 | 70Ir-30Ni | 1450 | 0.22 | 有 | 80 | 2.3 |
| 14 | 70Ir-30Ti | 1670 | 0.08 | 有 | 85 | 2.1 |
| 15 | 70Ir-30Hf | 2220 | 0.05 | 有 | 65 | 1.9 |

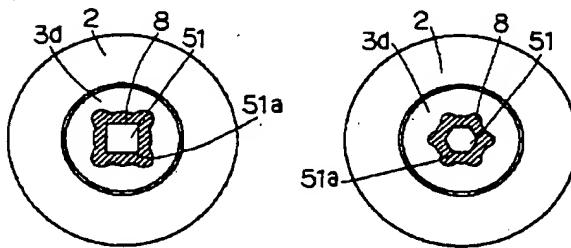
【図5】



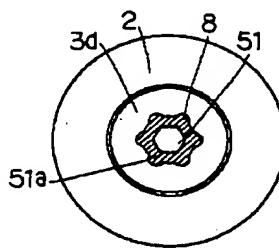
(a)



(b)



(c)



(d)

This Page Blank (uspto)